

C₃/C₄ 混生草原における CO₂ フラックスの日変化

Diurnal Variations of Net Canopy CO₂ Flux over a C₃/C₄ Co-existing grassland

李勝功*・及川武久**

Sheng Gong LI and Takehisa OIKAWA

I はじめに

草原は面積で世界の陸上生態系の約 1/3 を占めているので(Adams et al., 1990)、草原の CO₂ フラックスは地球レベルでの炭素収支に対する重要な役割を果たしている。しかしながら、草原(特に湿潤な草原)における CO₂ フラックスについての研究は少ない。我々は、1999 年春から秋まで、渦相関法 (EC) を用いて、筑波大学水理実験研究センターの C₃ 植物(主にオニウシノケグサとセイタカアワダチソウ)と C₄ 植物(主にチガヤとススキ)が混生する草原における CO₂ フラックス(F_c)を観測したので、今回は F_c の日変化を報告する。

II 観測

観測は 1999 年 5 月 20 日から 12 月 12 日にかけて水理実験研究センターの圃場にて行った。測器はこの圃場の中心から北の方まで約 50 m の所に設置した。測定項目と測器は以下の通りである： 1) 鉛直風速 (Kaijo Denki Co., Tokyo, Japan, Model DAT-100, 20 cm path length) ; 観測高度は 2 m。2) CO₂ 濃度変化 (Advanet, Okayama, Japan, Model E900B, 20 cm path length) ; 観測高度は 2 m。3) 光量子密度 (Koito Industrious LTD., Yokohama, Japan, Model IKS-25) ; 観測高度は 1.8 m。4) 葉面積指数 LAI (LI-COR, Inc., Lincoln, NE, Model LI-2000) とキ

ャノピーの高さ ; ほぼ 2 週間に 1 回程度実施。

III 解析方法

渦相関法を用いてデータを分析した。渦相関法によって、平均的な CO₂ フラックスは次式で定義される。

$$F_c = \rho w'c' \quad (1)$$

ここで、 ρ は空気密度、 w' は風速の垂直成分の変動、 c' は CO₂ の濃度変動を示す。

IV 結果

図 1 に 5 月から 11 月にわたる F_c の代表的な日変化に加えて、光合成有効光量子密度 (PPFD) の日変化を示した。この草原は昼間に大気から CO₂ を吸収し(光合成、プラス側)、夜間キャノピーから CO₂ を放出した(呼吸、マイナス側)ことが分かる。

昼間の F_c と PPFD との間に高い相関が見られた。草原の日中の最大 F_c は約 60 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (7 月) から約 15 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (11 月) の間で変化した。1 日の正味 F_c は 0.75 $\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$ (6 月) から 0.14 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$ (11 月) の間で変化した。このように F_c は植生の季節変化 (phenology) により異なっていることがわかる。草原は生長期の大部分の時期で CO₂ のシンク

*筑波大学・院・生物科学 ** 筑波大学生物科学系

になっていた。

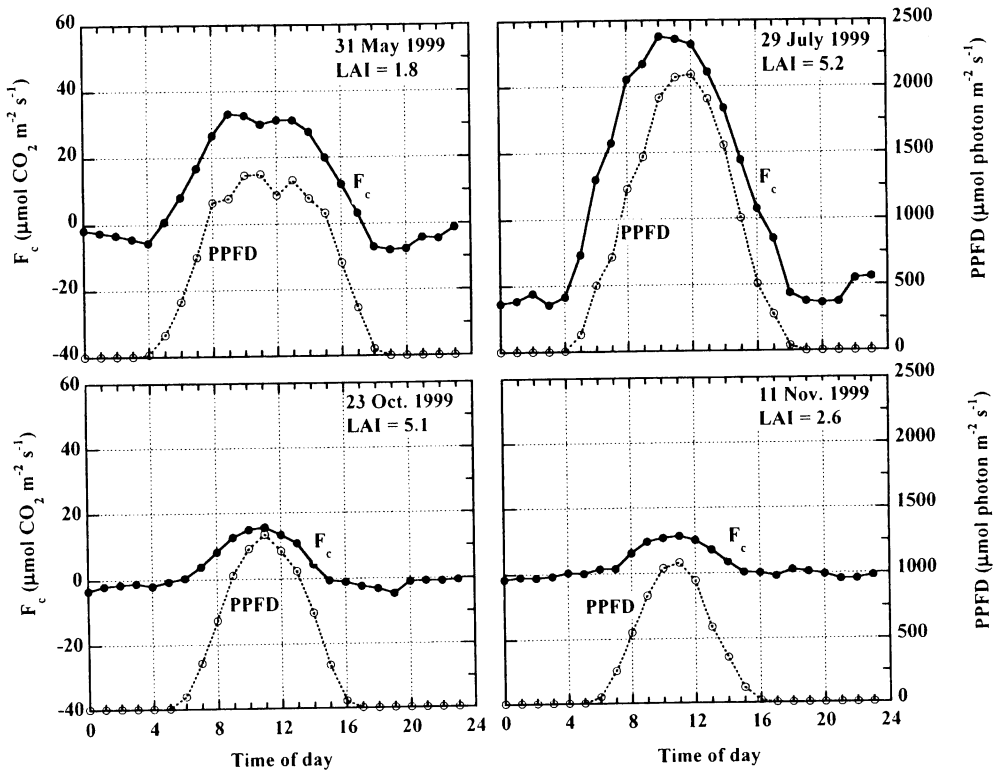


図1 1時間ごとのCO₂フラックス(F_c)と光合成有効量子密度(PPFD)の日変化

図2は1時間ごとの F_c とPPFDとの関係を示す。
図中の実線は

$$F_c(\text{PPFD}) = \alpha \text{PPFD} / (1 + \text{PPFD}[\alpha / (F_{c2000} + R) 1/2000]) - R \quad (2)$$

直角双曲線である(Thornley, 1976)。ここで α は量子収率(initial slope)で、 F_{c2000} はPPFD=2000 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ での F_c の値で、 R は平均暗呼吸速度である。図2から明らかなように、この草原は光飽

和していなかったことが分る。式(2)を用いた回帰を行った結果、 α は $0.033 \pm 0.002 \text{SD mol CO}_2 (\text{mol photon})^{-1}$ であった。年間の平均暗呼吸速度(R)は $-6.78 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であったので、キャノピーの光補償点($F_c = 0$ でのPPFDの値)は $210 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ となった。この値はAnderson et al. (1986)によるsorghum(LAI=3.7)での光補償点($211 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$)に近似しており、またKim and Verma(1990)にいるC4優勢する草原(LAI=3.2)での結果($260 \sim 477 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$)より小さい。

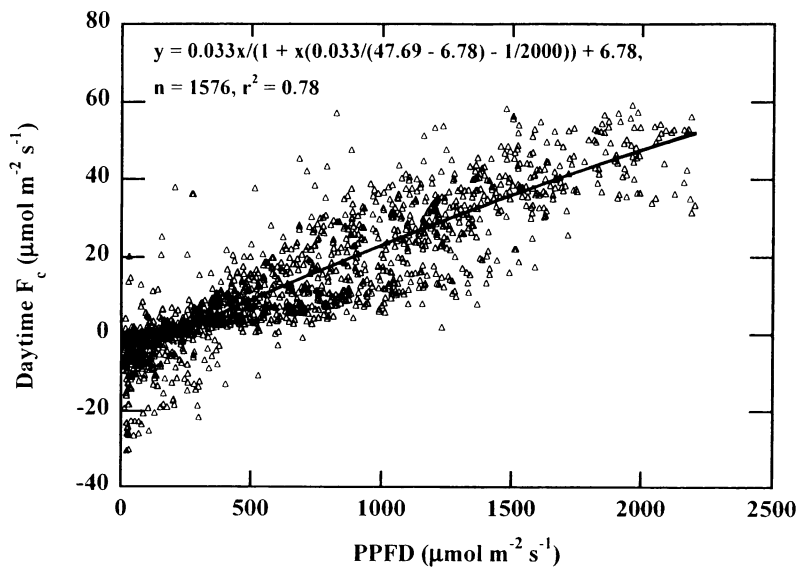


図2 1時間ごとのCO₂フラックス(F_c)の光—光合成曲線。5月下旬から11月上旬までの値をプロットしてある

文献

Adams, J.M., Faure H., Faure-Denard L., McGlade J.M. and Woodward F.I., 1990. Increases in terrestrial carbon storage from the last glacial maximum to the present. *Nature*, 348:711-714.

Anderson, D.E., Verma S.B., Clement R.J., Baldocchi D.D. and Matt D.R., 1986. Turbulent spectra of CO₂, water vapor, temperature and velocity over a deciduous forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 38:81-99.

Kim, J. and Verma S.B., 1990b. Carbon dioxide exchange in a temperate grassland ecosystem. *Boundary-Layer Meteorology*, 52:135-149.

Thornley, J.H.M., 1976. *Mathematical Models in Plant Physiology. A Quantitative Approach to Problems in Crop and Plant Physiology*. Academic Press, New York, 318pp.